

Dons faits à la Société :

1° Par M. Ad. Brongniart :

Annales des sciences naturelles, 5^e série, t. IV, n° 1.

2° Par M. Arthur Gris :

Recherches pour servir à l'histoire physiologique des arbres.

3° En échange du Bulletin de la Société :

Gardener's chronicle, 1866, n° 11.

Journal de la Société impériale et centrale d'horticulture, février 1866.

Bulletin de la Société impériale zoologique d'acclimatation, février 1866.

L'Institut, mars 1866, deux numéros.

M. le Président fait don à la Société de plusieurs sachets de graines achetés à Honk-Kong (Chine); il appelle l'attention sur la miniature coloriée qui figure sur chacun de ces sachets, et qui paraît devoir représenter la plante à laquelle les graines appartiennent. M. Gris veut bien se charger d'examiner ces graines.

M. Martins fait à la Société les communications suivantes :

SUR LES RACINES AÉRIFÈRES (OU VESSIES NATATOIRES) DES ESPÈCES AQUATIQUES
DU GENRE *JUSSIÆA* L., par **M. Charles MARTINS.**

Le genre *Jussieua* (1) ou *Jussiaea* (2) a été établi par Linné; il appartient à la famille des Onagreaire et renferme actuellement environ quatre-vingts espèces : les unes terrestres, les autres aquatiques, végétant dans les eaux douces de l'ancien et du nouveau continent. Les organes dont nous allons parler n'existent que sur les parties immergées des espèces aquatiques : ce sont des corps blancs ou rosés, cylindriques ou cylindro-coniques, quelquefois vermiformes, spongieux, pénétrés d'air et se distinguant par leur forme et leur couleur des racines ordinaires et des feuilles qui naissent comme eux des nœuds de la souche fixée dans la vase ou des rameaux flottant à la surface de l'eau.

(1) C. Linnæi *Corollarium generum plantarum*. Lugduni-Batavorum, 1737, p. 126.

(2) C. Linnæi *Flora zeylanica*, 1747, p. 75. — *Systema naturæ*, 1748, p. 105, n° 422. — *Mantissa plantarum*, 1767, p. 69. C'est ce dernier ouvrage que les auteurs citent ordinairement, mais à tort, comme celui dans lequel Linné aurait établi le genre *Jussiaea*.

Historique.

A ma connaissance, Rheede est le premier (1) qui ait signalé et figuré les racines aérifères d'une plante qu'il appelait *Nir-Carambu* et que Linné désigna plus tard sous le nom de *Jussicea repens* (2). Rheede reconnut la nature de ces organes, car il dit : « Radices, quæ ex caulibus hinc inde ad exortum »
 » minorum cauliculorum exeunt fibrosæ, albicantes ac rubescentes, aqueæ et »
 » fistulosæ. »

Longtemps après, Bonpland, décrivant le *Jussicea natans* qu'il avait découvert avec A. de Humboldt, flottant à la surface d'un marais près de Mompox dans la Nouvelle-Grenade, caractérisait les tiges de cette plante dans les termes suivants (3) : « Caules natantes, teretes, carnosî, glabri, ramosi, ad ramifica- »
 » tiones vesiculis spongiosis niveis et radicibus fasciculatis instructi. » Humboldt et Bonpland croyaient que cette plante n'adhère pas au sol dans le fond de l'eau, mais qu'elle flotte à la surface, soutenue par ses vésicules aérifères.

Plus tard, Wight et Arnott (4) revirent sur le *Jussicea repens* les organes indiqués et figurés par Rheede, car ils disent en parlant des rameaux de cette plante : « Creeping and floating by means of vesicles round the insertion of »
 » the leaves trowing out roots from the joints. » Enfin, M. Hasskarl (5) a donné la description suivante des racines aérifères du *Jussicea repens* : « Utrique ad »
 » basim petioli infra stipulas progeminant primo tubercula rosea 6-8, quæ »
 » mox magis excrescunt in radices bifformes ; partim radices hæ sunt valde in- »
 » crassatæ, mollissimæ, tenerrimæ, candidæ, utrinque plus minus attenuatæ, »
 » spongiosæ, levissimæ (vesiculæ W. A. *Prodr.* I, 335-1040) et inde fiunt »
 » radices natatoriæ 1 ad 2, 5 pollices longæ, fusiformes e cellulis constantes »
 » stellulatis, canales aërios amplissimos foventibus, parenchyma spongiæforme »
 » (Schleiden, *Handb.* p. 232, fig. 35) formantibus, partim radices filiformes, »
 » roseæ, elongatæ, in inferiore caulis parte ad 20 poll. longæ sat crassæ et »
 » spongiosæ ast quam radices natatoriæ firmiores. »

Sur le *Jussicea grandiflora* Mich., c'est John Sims qui, le premier, a signalé (6) ces organes sur des individus cultivés au Jardin de Kew : il distingue très-bien les racines ordinaires fibreuses, d'une couleur foncée, des organes ramifiés composés d'une substance légère analogue à la moelle de Sureau ; il les compare à des flotteurs ou des bouées destinés à maintenir la plante près de la surface de l'eau, car M. Anderson, dit-il, n'a jamais observé qu'elles péné-

(1) *Hortus malabaricus*, t. II, p. 99 et tab. 51, 1679, et Dillwyn, *A review of the references to the Hortus malabaricus*. Swansea, 1839, p. 9.

(2) *Flora zeylanica*, 1747, p. 75.

(3) *Plantæ æquinoctiales*, t. I, p. 16 et tab. III, fig. B, 1808, et Kunth, *Nova genera et species plantarum æquinoctialium*, t. VI, p. 99, 1824.

(4) *Prodromus floræ peninsulae Indiæ orientalis*. 1834, t. I, p. 335.

(5) *Plantæ javanicæ rariorés*, 1848, p. 440.

(6) *Curtis's Botanical Magazine*, t. XLVII, tab. 2122, 1820.

trassent dans la terre, quoique l'eau dans laquelle la plante végétait n'eût pas plus de 18 pouces de profondeur.

Dans l'herbier de Delile, conservé au Jardin-des-plantes de Montpellier, se trouve une note de sa main, avec la date d'août 1823, accompagnant des échantillons de *Jussiaea grandiflora* desséchés avec leurs racines aérifères. Je reproduis cette note en entier : « Caules immersi natantes cylindrici. Radices nu-
» merosæ, fasciculatæ ex axillis foliorum, aliæ simplices limum petentes, aliæ
» natantes in radículas laterales horizontales, numerosas divisæ. Radices istæ
» succis plenæ, descendentes. Radices aliæ adventitiæ fusiformes, cellulosæ,
» inflatæ, exsuccæ, albæ, prioribus contiguæ, plantam sustinentes per aquam et
» vesicarum more auxiliatrices. Quin imo medulla radicum adventitiarum sub
» epidermide corticis interdum serpit, turget, corticem dilacerat ita ut cras-
» sior et levior insuletur et aliqua parte caulis mutetur : exsucca et levis hæc
» medulla aëre plena locum tenet corticis ut figura ostenditur. » La figure manque dans l'herbier, mais ce passage montre que Delile avait très-bien reconnu l'existence de ces organes et constaté leur utilité : ils ne sont pas mentionnés dans la description de 22 espèces indiquées comme aquatiques dans le troisième volume du *Prodromus* de De Candolle (1) qui parut en 1828.

Les descriptions plus détaillées faites depuis cette époque montrent que ces organes n'avaient pas échappé à l'attention des observateurs. Ainsi le nom seul de *Jussiaea helminthorrhiza*, donné par M. de Martius (2) à une espèce de Bahia, prouve déjà qu'il avait vu les racines aérifères qui ressemblent souvent à des vers intestinaux nématoïdes ; l'illustre botaniste a soin d'ajouter : « Radicibus
» pluribus in corpora spongiosa vermiformia, oblonga, utrinque acuta, alba
» roseave tumentibus. » Les racines aérifères ne sont mentionnées dans aucune des 36 autres espèces décrites dans le *Repertorium Botanices systematicæ* (3) et les *Annales Botanices systematicæ* (4) de Walpers. Cependant, en parcourant les grands herbiers, il est facile de voir, par le choix des échantillons, que ces singuliers organes avaient frappé l'attention des collecteurs et de ceux qui observaient les plantes vivantes dans les jardins botaniques. Ainsi je trouve dans l'herbier de M. De Candolle un rhizome de *Jussiaea grandiflora* cueilli en 1840 dans le Jardin de Genève et accompagné d'une étiquette de M. Reuter portant : « Racines garnies d'un tissu cellulaire léger et spongieux qui les fait
» monter verticalement. » Néanmoins ces organes signalés par les botanistes descripteurs n'avaient pas encore été l'objet d'une étude particulière : c'est cette lacune que je vais essayer de combler par ce travail. Comme il est consacré spécialement à la description et à l'anatomie des racines aérifères des *Jussiaea*

(1) *Prodromus systematis regni vegetabilis*, t. III, p. 52.

(2) *Herbarium floræ brasiliensis. Flora*, t. XXII, pars 1, *Beiblätter*, p. 61, 1839. Description reproduite dans Walpers, *Repertorium*, t. II, p. 74, 1843.

(3) Tome II, p. 72, 1843, et tome V, p. 664, 1845-1846.

(4) Tome II, p. 531, 1851-1852, et tome III, p. 861, 1852-1853.

repens L. et *J. grandiflora* Mich., je me borne à indiquer deux autres espèces que j'ai trouvées munies de racines aérifères dans les herbiers du Muséum et de M. Delessert à Paris, de M. De Candolle à Genève. Leurs formes diffèrent peu, étant toujours plus ou moins cylindriques ; néanmoins elles ne sont jamais identiques dans deux espèces distinctes et peuvent aider à différencier celles qui se ressemblent par d'autres caractères ; ces espèces sont :

Jussiaea natans H. B. Nouvelle-Grenade près Mompox, Fernambouc (herb. Delessert), Paraguay (Weddell, 3239), et

Jussiaea helminthorrhiza Mart. Bahia, Salzmann 1830 (herb. De Candolle).

Le nombre des espèces de *Jussiaea*, sur lesquelles j'ai observé des racines aérifères, ne s'élève donc pas à plus de quatre ; mais je suis convaincu qu'on retrouvera ces organes sur toutes les espèces aquatiques, lorsque l'on sera prévenu de leur existence. On les cherchera sous l'eau en arrachant les tiges submergées des plantes, au lieu de se borner, comme on le fait habituellement, à cueillir les sommités fleuries qui dépassent la surface.

Description des racines aérifères du *Jussiaea repens* L.

Le *Jussiaea repens* L. (*J. adscendens* L., *J. diffusa* Forsk., *J. grandiflora* Mich., *J. peploides* H. B., *J. polygonoides* H. B., *J. fluvialis* Blume, *J. ramulosa* DC., *J. Swartziana* DC., *J. stolonifera* Guill. et Perr., *Jussiaea alternifolia* E. Meyer) est une plante des parties chaudes et tempérées de l'ancien et du nouveau monde : elle occupe une large bande dont les deux bords, parallèles à l'équateur, sont éloignés chacun de 35 degrés latitudinaux de la ligne équinoxiale. Les marais d'eau douce, les bords des fleuves, les terrains inondés de l'Asie, de l'Afrique, de l'Amérique et de l'Océanie, sous tous les méridiens, ont pour ainsi dire été envahis par cette espèce qui se propage à la fois par ses nombreux stolons et par ses innombrables graines dont la germination est très-facile.

C'est en octobre 1862 que M. Durieu de Maisonneuve me montra cette plante qu'il avait reçue d'Afrique, où M. Letourneux (1) l'avait découverte dans un canal près de Bône, le 20 septembre 1861. Elle était cultivée dans les plates-bandes du jardin botanique de Bordeaux et végétait dans un tonneau peu profond ; ses nombreuses racines aérifères s'élevant du fond de l'eau me frappèrent vivement. L'année suivante, grâce aux graines envoyées par M. Durieu, je cultivai la plante dans le Jardin de Montpellier, où elle réussit admirablement. Quand on considère la plante végétant dans une terrine ou un baquet, sous quelques décimètres d'eau, on distingue cinq sortes de racines flottantes, partant toutes des nœuds de la souche ou des branches sur lesquelles naissent également les feuilles et les rameaux :

(1) Collection Kralik, n° 159 (herb. De Candolle et Cosson).

1° Des racines flottantes simples, filiformes, rougeâtres, de 1 à 20 centimètres de long, poussant principalement sur les derniers nœuds immergés des rameaux flottants.

2° Des racines, modification des premières, également rougeâtres, mais hérissées de petites radicules fines. Ces racines ont de 5 à 40 centimètres de longueur, en général 20 centimètres; elles sont également flottantes, mais s'implantent quelquefois dans la vase par leur extrémité.

3° Des racines, également ramifiées, mais dont l'axe, au lieu d'être grêle et rougeâtre, est tuméfié, spongieux, aérifère, d'un blanc jaunâtre. Ces racines que j'appellerai *mixtes*, sont quelquefois flottantes, mais plus souvent enfoncées dans la vase. Quand on sort un pied de *Jussiaea* de sa terrine et qu'on enlève au moyen de lavages répétés toute la vase, on voit que le système racinaire par lequel la plante adhère au fond de l'eau se compose en entier de *racines mixtes*, qui forment la transition à celles que nous allons décrire sous le nom de *racines aérifères* et qui se présentent sous deux formes, savoir :

4° Les racines aérifères des rameaux flottants, véritables *vessies natatoires* de la plante : elles naissent sur les nœuds comme les autres, formant des faisceaux composés de deux à quatre, rarement cinq, racines. Leur longueur moyenne est de 2 centimètres, mais elle varie de 1 à 5; leur forme est celle d'un cône très-allongé, terminé par une pointe de couleur rosée qui contraste avec le blanc mat de la partie cylindrique. Molles, spongieuses, non ramifiées, elles ne s'enfoncent pas dans le sol, et l'air s'en échappe en petites bulles quand on les comprime entre les doigts au-dessous de la surface de l'eau.

5° Enfin les racines aérifères qui naissent de la souche, et quelquefois des racines mixtes enfoncées dans la vase : elles s'élèvent verticalement comme des colonnes du fond de l'eau. Leur longueur est de 4 à 10 centimètres; en général, de 5 à 6; elle varie, du reste, avec la profondeur de l'eau dont elles cherchent à atteindre la surface. Leur diamètre est en moyenne de 5 millimètres; leur forme, celle d'un cylindre terminé par une petite pointe; leur couleur, un blanc d'argent; leur consistance, molle et spongieuse. Elles sont rarement ramifiées et ne présentent alors que deux ou trois rameaux latéraux naissant du même côté. Quand ces racines sont nombreuses, elles forment, au fond de l'eau, une sorte de tapis argenté du plus singulier effet.

Telles sont les cinq espèces de racines que possède le *Jussiaea repens* : les deux premières ne sont ni spongieuses, ni aérifères; la troisième offre un axe spongieux et des ramifications qui ne le sont pas; les quatrième et cinquième sont simples et entièrement spongieuses et aérifères. Ces cinq sortes de racines se combinent entre elles de diverses façons. Ainsi, j'ai vu des vessies natatoires sur des racines mixtes ou même sur des racines ordinaires ramifiées; mais l'anomalie la plus singulière est celle que Delile avait déjà aperçue sur le *Jussiaea grandiflora*, c'est lorsqu'une portion plus ou moins longue de la tige devient spongieuse. Cela se voit uniquement sur les parties submergées. Le

tissu aérifère se développe sous l'épiderme, qui se soulève, se déchire et permet à la tige de se gonfler dans toute la portion envahie. Ce tissu spongieux s'arrête brusquement et la tige reprend sa grosseur et sa structure ordinaires.

Description des racines aérifères du *Jussiaea grandiflora* Mich.

(*J. repens* var. *grandiflora* Nob.)

Espèce distincte ou simple variété du *Jussiaea repens*, le *Jussiaea grandiflora*, découvert par Michaux (1) aux environs de Savannah en Géorgie, a été retrouvé sur la côte orientale de l'Amérique depuis le Kentucky jusqu'au Rio de la Plata. Delile la cultivait dès 1823 dans le canal de l'école botanique du Jardin-des-plantes de Montpellier. Vers 1830, le jardinier en chef, appelé Millois (2), en porta quelques pieds dans la petite rivière du Lez, près du port Juvénal, où elle s'est naturalisée en occupant toute la rivière en aval du pont qui la traverse. MM. De Candolle père et fils (3) l'ont constaté en 1836. Depuis, cette plante a envahi non-seulement tout le cours inférieur du Lez de manière à gêner la navigation de la partie canalisée de cette rivière qui conduit à la mer, mais encore elle a pénétré dans tous les canaux et fossés d'irrigation des prairies de Lattes où elle est la plante dominante. Cette naturalisation est d'autant plus singulière que l'espèce se propage uniquement par stolons, car jamais elle ne fructifie en France et rarement dans son pays natal (4). Cependant les fleurs sont souvent visitées par les abeilles. Le pollen, parfaitement organisé, identique avec celui du *J. repens*, laisse échapper dans l'eau sa fovilla animée du mouvement brownien; d'un autre côté, l'ovaire contient de nombreux ovules transparents en tout semblables à ceux du *J. repens*, qui donne chaque année à Montpellier comme à Bordeaux un grand nombre de graines fertiles.

Une comparaison minutieuse des parties florales, calice, corolle, étamines, et des feuilles examinées comparativement à la loupe et au microscope, ne m'ayant pas permis d'apercevoir la moindre différence, sauf la grandeur des parties, entre les deux espèces, je les réunis donc et considère le *J. grandiflora* Mich. comme une variété à grandes fleurs et à grandes feuilles du *J. repens*. Cette variété, ne se propageant que par stolons, maintient ses caractères. Sa distribution géographique vient encore à l'appui de mon opinion, car elle occupe une position relativement limitée, savoir les côtes orientales d'Amérique, depuis la Géorgie jusqu'au Rio de la Plata, comprise dans l'aire américaine du *J. repens* qui s'étend du Kentucky au Rio de la Plata, le long des côtes de l'Atlantique et de la mer Pacifique, où personne n'a encore signalé la présence de la variété à grandes fleurs.

(1) *Flora boreali-americana*, t. I, p. 267.

(2) Chapel, *Sur l'acclimatation dans le Lez de quelques plantes aquatiques* (*Bulletin de la Société d'agriculture de l'Hérault*, avril 1838).

(3) Alph. De Candolle, *Végétaux phanérogames naturalisés près de Montpellier* (*Bibliothèque universelle de Genève*, nov. 1836, et *Géographie botanique*, p. 714).

(4) Chapman, *Flora of the southern United States*, p. 140.

Les parties émergées de la tige sont simples ou rameuses : elles présentent des nœuds très-marqués où s'insèrent les feuilles et les fleurs axillaires qui leur correspondent. Mais, si l'on arrache la plante de façon à pouvoir observer les parties immergées, on voit que ces nœuds portent en outre des faisceaux de racines fort différentes entre elles comme celles du *J. repens*, savoir : 1° des racines filiformes, simples ou ramifiées, d'une couleur rougeâtre; 2° des racines dont l'axe est spongieux et que j'ai appelées mixtes; enfin 3° des racines blanches, spongieuses, aérifères, simples, dressées verticalement et partant de la souche, des racines mixtes enfoncées dans la terre, ou de la partie inférieure des tiges. Quand la plante végète dans une rivière ou un canal, leur longueur ne dépasse pas 5 à 7 centimètres sur 2 à 3 millimètres de diamètre. En général, plusieurs fixées sur le même nœud caulinaire forment des faisceaux composés de deux à cinq racines. Mais, si l'on cultive la plante dans une terrine, ces racines, groupées en faisceaux nombreux et serrés, atteignent une longueur de 15 à 17 centimètres sur 2 à 5 millimètres de diamètre : elles sont cylindriques, d'un blanc d'argent, et leur pointe se contourne en hélice. On n'observe pas dans le *J. grandiflora* ces racines aérifères, coniques, véritables vessies natatoires qui garnissent toute la partie immergée des rameaux flottants du *J. repens* ou du *J. natans* et les soutiennent à la surface de l'eau. Les tiges émergées du *J. grandiflora* se soutiennent par elles-mêmes et sont plus ou moins dressées : aussi les racines aérifères de cette variété rappellent-elles ces organes sans fonctions dont l'existence, chez certaines espèces, ne prouve que l'unité de composition des organismes semblables dans les végétaux comme dans les animaux.

Les cinq espèces de racines adventives que nous avons décrites se développent sous l'influence de l'eau. Les extrémités de la tige qui s'élèvent au-dessus du liquide en sont complètement dépourvues. Si l'on cultive les *Jussiaea* précitées dans une terrine enfoncée dans le sol, les stolons, longs souvent de 50 centimètres, qui dépassent les bords de la terrine, sont complètement dépourvus de racines ; mais, si l'on a soin de faire plonger de nouveau dans un vase rempli d'eau une certaine portion de l'un de ces stolons, les racines filiformes, puis de petites racines aérifères apparaîtront bientôt. Un *Jussiaea* cultivé dans un terrain sec ne pousse des racines caulinaires que dans la portion inférieure de la tige en contact avec le sol qui conserve toujours un peu d'humidité après les pluies, jamais il ne se développe de racines aérifères. Si la plante pouvait vivre dans un terrain parfaitement sec, je suis convaincu que sa tige ne présenterait même point de traces de racines ; car celles qui se développent dans les circonstances ordinaires sont très-grêles et très-courtes. La plante tout entière est alors fort différente des sujets venus dans l'eau. Le port général, la disposition des rameaux dont les entre-nœuds rapprochés portent de petites rosettes de feuilles avortées, ne sont plus les mêmes. Les feuilles, réduites au quart de leur grandeur naturelle, se couvrent de poils blanchâtres qui manquent sur

celles de la plante immergées dans l'eau. Presque tous les rameaux florifères sont remplacés par des branches courtes, non ramifiées, composées uniquement de feuilles encore plus petites que celles dans l'aisselle desquelles ces branches ont pris naissance. Les fleurs sont plus hâtives, plus rares et plus petites, mais leurs caractères sont les mêmes que ceux des individus qui végètent dans l'eau.

Comparaison des vessies natatoires des *Jussiaea* avec celles de quelques autres végétaux et animaux aquatiques.

Chez les plantes aquatiques appartenant à d'autres familles naturelles, ce sont en général les organes foliacés qui remplissent le rôle de vessies natatoires. Je me contenterai de citer les *Utricularia vulgaris*, *U. intermedia* et *U. minor*, où une partie des ramifications de la feuille décomposée deviennent vésiculeuses (1); celles de l'*Aldrovandia vesiculosa*, où c'est le limbe lui-même d'une feuille simple (2) qui se renfle. Dans d'autres plantes, c'est le pétiole qui se gonfle et se remplit d'air. Ex. *Trapa natans* (3), *Pontederia crassipes* (4), et nous constaterons que la composition de l'air qui remplit ces organes se rapproche beaucoup de celle de l'air contenu dans les lacunes des cellules spongieuses.

Chez les animaux, nous voyons également des organes différents remplir la fonction de vessie natatoire; dans les poissons, c'est la vessie aérienne qui appartient au système œsophagien et correspond au poumon des animaux aériens. Dans l'Argonaute, c'est la légèreté même de la coquille qui aide l'animal à se soutenir à la surface de l'eau; chez le Nautilé et d'autres univalves, ce sont les cloisons remplies d'air traversées par le siphon (5). Enfin dans les Acalèphes hydrostatiques ou Siphonophores, ce sont des vésicules aériennes situées au sommet de la grappe et des cloches natatoires rangées sur les côtés (6). Dans les Vellelles, c'est un bouclier avec canaux aérifères (7). Enfin dans un mollusque gastéropode pélagique de la Méditerranée, la Janthine, ce sont de petites bulles d'air emprisonnées dans une écume dont les cellules sont formées par la mucosité que sécrète le pied de l'animal. Semblable à un ludion, cette écume le soutient à la surface de l'eau. La vessie natatoire de la Janthine n'est donc plus même un organe transformé, mais seulement le produit d'une sé-

(1) Cosson et Germain, *Atlas de la flore des environs de Paris*, pl. XVIII bis, fig. A, 5, B, 3 et C, 5; et *Dict. sciences natur.*, pl. XXVII, 4.

(2) Lamarck, *Illustrations*, pl. CCXX, b.

(3) De Candolle, *Organographie*, pl. LV, p. et i.

(4) Schnizlein, *Iconographie*, t. I, pl. LIV.

(5) Milne Edwards, *Éléments de zoologie*, p. 785, fig. 314.

(6) Vogt, *Sur les siphonophores de la mer de Nice*, pl. III, fig. 2, a. c. d.; pl. VII, a. et c.; pl. XII, fig. 2 et 3, etc.

(7) *Ibid.* pl. I, fig. 5 et 6.

création devenue aérifère par suite des mouvements particuliers du pied de l'anime (1).

**Structure anatomique des racines aérifères des *Jussiaea repens*
et *J. grandiflora*.**

Si l'on fait une section longitudinale sur une petite radicule aérifère de *Jussiaea repens* d'un centimètre de longueur et qu'on l'examine avec un grossissement de 6 fois, on remarque d'abord à l'extrémité une petite coiffe (*pi-léorrhize* [2] *Wurzelhaube* [3]) dont la partie extérieure, déjà morte, commence à se détacher; au centre est un faisceau de vaisseaux rayés; à l'extrémité de la radicule, et en contact avec le faisceau central, on voit des rangées de cellules prismatiques non séparées par des espaces lacunaires et contenant des granules verts; le corps de la radicule spongieuse se compose de tissu cellulaire dont les lacunes ou intervalles des cellules sont remplis d'air et paraissent noirs avec un centre blanc sous le microscope. Enfin à la circonférence se trouve une mince couche de lacunes et de cellules pénétrées d'eau qui sont transparentes.

Avec un grossissement de 80 fois, on observe que les cellules les plus extérieures sont déchirées et que la racine aérifère est complètement dépourvue de couche épidermique. Avec un grossissement de 200 fois, on voit le cloisonnement de ces cellules, les lacunes qu'elles laissent entre elles et les *nucleus* qu'elles contiennent.

L'examen microscopique des racines ordinaires du *Jussiaea grandiflora* nous dévoile très-bien la transformation du tissu cellulaire ordinaire sans lacunes en tissu cellulaire lacunaire aérifère. Sur des racines simples filiformes, on remarque souvent une ou deux rangées de cellules situées vers la périphérie, séparées par des lacunes longitudinales et apparaissant sous le microscope comme deux bandes noires, blanches au centre: sur des racines ordinaires ramifiées, ces espaces intercellulaires aérifères se multiplient. Sur d'autres préparations, les cellules sont plus écartées, les espaces lacunaires agrandis, et l'on remarque les prolongements latéraux qui, en s'allongeant transversalement, transforment peu à peu le tissu cellulaire, qui se composait uniquement de rangées de cellules prismatiques juxtaposées, en un réseau à mailles aérifères carrées. Ainsi, la section longitudinale d'une racine ordinaire ramifiée de *Jussiaea grandiflora* présente symétriquement de chaque côté: 1° au centre, le faisceau vasculaire composé de vaisseaux rayés; 2° en dehors, le tissu cellulaire formé de rangées de cellules allongées juxtaposées les unes aux autres; 3° plus en dehors, les mêmes cellules, déjà séparées par des lacunes

(1) Voyez Lacaze-Duthiers, *Comment les Janthines font leur flotteur?* (*Recherches sur les animaux des faunes maritimes de l'Algérie et de la Tunisie*, p. 317. 1866.)

(2) Trécul, *Origine des racines* (*Ann. sc. nat.* 3^e série, t. VI, p. 310).

(3) Schacht, *Lehrbuch der Anatomie und Physiologie der Gewächse*, t. II, p. 166.

aérifères; 4° ces mêmes cellules écartées munies de prolongements latéraux et le tissu transformé en tissu lacunaire aérifère; 5° enfin un épiderme composé de cellules fort semblables à celles du centre, formant des rangées juxtaposées sans lacunes aérifères.

On reconnaît donc que la structure d'une racine spongieuse blanche aérifère est la même que celle d'une racine ordinaire, quoique leur apparence et leurs fonctions soient bien différentes. Dans la racine aérifère, les méats intercellulaires en se remplissant d'air se sont agrandis, des trabécules transversales se sont formées, et il en est résulté un tissu aréolaire à mailles carrées renfermant de l'air. Cette transformation de la racine en un corps spongieux aérifère, propre à soutenir la plante à la surface de l'eau, a amené des changements organiques et biologiques, dont les principaux sont : 1° la tuméfaction de l'organe; 2° son moindre allongement; 3° la destruction de l'enveloppe épidermique; et 4° l'avortement presque constant des ramifications latérales. Ces ramifications naissent des faisceaux vasculaires centraux, comme M. Trécul (1) l'a montré pour le *Nufar luteum* et un certain nombre de plantes terrestres.

En résumé, la transformation des racines ordinaires des *Jussiaea* en racines aérifères, obéit aux lois générales de ce genre de métamorphoses. Dans les deux organes, les éléments sont les mêmes; seulement l'un d'eux s'hypertrophie aux dépens des autres, et les lacunes aériennes qui existent dans la tige et dans les racines de tous les végétaux aquatiques envahissent toute la racine, excepté le faisceau vasculaire central, qui devient l'axe d'un système lacunaire aérifère, au lieu d'être celui d'un organe d'absorption, comme dans les racines non modifiées.

Les tiges du *Jussiaea grandiflora* ne sont pas dépourvues de lacunes aérifères, mais elles se trouvent dans la partie corticale; en effet, la coupe transversale d'une tige nous montre au centre : 1° un faisceau vasculaire; 2° un tissu aréolaire à cellules pentagonales; 3° une couche vasculaire représentant la couche ligneuse des végétaux arborescents; 4° une couche corticale d'un tissu cellulaire serré dans lequel sont creusées de grandes lacunes aérifères ovales, bien différentes pour la forme des lacunes à section quadrilatère des racines aérifères. Cette étude microscopique a été faite avec mon collègue et ami M. Rouget, professeur de physiologie à la Faculté de médecine de Montpellier. Sa grande habitude de ce genre d'observations est un garant de leur exactitude.

Composition de l'air contenu dans les lacunes des racines spongieuses des *Jussiaea* aquatiques.

Ce travail n'eût pas été complet, si je n'avais cherché à connaître la composition de l'air contenu dans les lacunes aérifères des racines de mes deux

(1) *Loc. cit.* p. 309.

espèces de *Jussiaea*. Pour cela, je m'adressai à M. Moitessier, agrégé de chimie de la Faculté de médecine de Montpellier, qui voulut bien se charger de ces analyses.

Composition de l'air dans les racines du Jussiaea grandiflora.

Il était d'abord intéressant de savoir quelle était la composition de cet air lorsque la plante est, pour ainsi dire, dans des conditions normales. Pour cela, M. Moitessier a recueilli, le 23 juillet 1864, dans une éprouvette, environ 20 centimètres d'air en l'exprimant sous l'eau des racines ordinaires semi-spongieuses ramifiées du *Jussiaea grandiflora*, qui vit et se propage dans les eaux courantes du Lez. Cet air, analysé par le phosphore, se trouvait composé de (1) :

Azote.....	91,4
Oxygène.....	8,9
	<hr/>
	100,0

Deux analyses de l'air des racines spongieuses non ramifiées ont donné :

Azote.....	87,3	88,5
Oxygène.....	12,7	11,5
	<hr/>	<hr/>
	100,0	100,0

Dans les eaux stagnantes d'une mare près de Granmenet, non loin de la mer, on a trouvé, le mois suivant, dans deux expériences sur des racines aérifères non ramifiées :

Azote.....	85,5	87,8
Oxygène.....	14,5	12,2
	<hr/>	<hr/>
	100,0	100,0

On voit qu'en pleine eau, en dehors des conditions artificielles de la culture des jardins, la composition de l'air contenu dans les racines spongieuses du *Jussiaea grandiflora* est, en moyenne, de :

Azote.....	87,3
Oxygène.....	12,7
	<hr/>
	100,0

La même espèce, végétant dans un baquet dont l'eau était sans cesse renouvelée par un courant continu, a donné, dans deux analyses comparatives, dont la première a été faite à l'aide de l'acide pyrogallique, les résultats suivants pour l'air contenu dans ses racines aérifères :

Azote.....	88,9	87,4
Oxygène.....	11,1	12,6
	<hr/>	<hr/>
	100,0	100,0

Dans un baquet dont l'eau était également renouvelée, M. Moitessier trouva,

(1) Tous les volumes gazeux de ces analyses étaient de 15 à 30 centimètres cubes et ont été ramenés à la température de zéro et à la pression de 760 millimètres.

le 29 juillet 1864, que l'air contenu dans les racines spongieuses se composait de :

Azote.....	89,3
Oxygène.....	10,7
	<hr/>
	100,0

Le composition de l'air dissous dans l'eau du baquet était de : azote, 67,5; oxygène, 32,5, qui est celle qu'on trouve habituellement pour l'air dissous dans l'eau.

Une autre expérience faite en juillet 1865 sur la même plante, végétant dans un baquet dont l'eau ne se renouvelait pas constamment, a donné pour résultat :

Azote.....	87,0
Oxygène ..	13,0
	<hr/>
	100,0

L'air dissous dans le baquet avait, suivant deux analyses très-concordantes, la composition suivante, bien différente de celle trouvée pour l'air contenu dans un baquet où l'eau se renouvelait sans cesse. L'air de l'eau stagnante contenait :

(a) { Azote.....	84,1
{ Oxygène ..	15,9
	<hr/>
	100,0

Ainsi, dans l'eau courante, la proportion d'oxygène de l'air dissous est supérieure à celle de l'air atmosphérique; c'est le contraire quand l'eau ne se renouvelle pas. Mais, quelle que soit la composition de l'air dissous dans l'eau, celle de l'air contenu dans les racines ne varie pas; elle a été, *en moyenne*, dans les neuf analyses :

(b) { Azote.....	87,5
{ Oxygène ..	12,5
	<hr/>
	100,0

*Composition de l'air contenu dans les racines aërifères
du Jussiaea repens.*

Une analyse faite en août 1864, de l'air des racines aërifères d'une plant végétant dans un baquet dont l'eau se renouvelait sans cesse, a donné :

Azote.....	85,8
Oxygène ..	14,2
	<hr/>
	100,0

L'air dissous dans l'eau de ce baquet contenait 69,9 d'azote et 30,1 d'oxygène.

Deux analyses comparatives, la première avec le phosphore, la seconde par l'acide pyrogallique de l'air, des racines spongieuses d'une plante végétant dans un baquet dont l'eau ne se renouvelait pas, ont donné en août 1864 :

(c) Azote.....	{ 86,4	Oxygène ..	{ 13,6
	{ 87,0		{ 13,0

Dans une autre expérience faite en juillet 1865, l'air dissous dans l'eau stagnante d'un baquet contenait 82,7 d'azote sur 17,3 d'oxygène, résultat qui concorde avec celui de l'analyse (a). L'air des racines spongieuses avait la composition suivante :

(d) {	Azote.....	88,1
	Oxygène.....	11,9
		<hr/> 100,0

Étant parvenu à faire végéter des boutures de *Jussiaea diffusa* pendant l'hiver, dans la serre tempérée, M. Moitessier voulut bien analyser l'air contenu dans les racines spongieuses qui s'étaient développées sur les plantes, malgré leur végétation languissante, et il trouva, en janvier 1866, qu'il contenait :

Azote.....	84,2
Oxygène.....	15,8
	<hr/> 100,0

La quantité d'oxygène est plus forte que dans les deux analyses (c et d) de la plante végétant en plein air et en été, dans des conditions semblables, et cependant la composition de l'air dissous dans l'eau non renouvelée du baquet était la même, car deux analyses très-concordantes ont donné pour sa composition : azote, 82,9 ; oxygène, 17,1, comme pour l'air dissous dans l'eau de l'analyse (d).

En résumé, cinq analyses de l'air des racines spongieuses du *Jussiaea repens*, végétant dans diverses conditions, donnent, quelle que soit la composition de l'air dissous dans l'eau, le résultat *moyen* suivant :

Azote.....	86,3
Oxygène.....	13,7
	<hr/> 100,0

Composition très-analogue à la moyenne (b) des neuf analyses de l'air contenu dans les racines spongieuses du *Jussiaea grandiflora*.

Nous avons voulu savoir encore si les racines aérifères exhalaient de l'air. Pour cela, nous avons placé des éprouvettes remplies d'eau sur des racines dressées verticalement au fond des terrines. Quelques éprouvettes sont restées vides d'air, d'autres contenaient une bulle plus ou moins grande ; l'émission se faisait irrégulièrement, de jour comme de nuit ; en un mot, nous avons acquis la certitude que cet air s'échappait uniquement par suite de la rupture de quelques lacunes aérifères ; cet air avait une composition analogue à celle de l'air que nous exprimions des racines spongieuses, car il contenait :

Azote.....	87,2
Oxygène.....	12,8
	<hr/> 100,0

Ces résultats sont d'accord avec ceux que Dutrochet (1) a obtenus sur une autre plante aquatique, le *Nufar luteum*. Comme nous, il a trouvé que l'air contenu dans les racines était pauvre en oxygène, puisqu'il n'en contenait que 8 pour 100, tandis qu'il en trouvait 16 dans l'air que la pompe pneumatique dégageait du rhizome, et 18 pour 100 dans celui des feuilles. Le célèbre physiologiste en concluait que l'air atmosphérique absorbé par les feuilles descendait peu à peu dans les racines en s'appauvrissant de son oxygène, qui se combinait avec le tissu végétal. Nos expériences ne sont pas contraires à cette théorie, car elles démontrent que la composition de l'air contenu dans les racines ordinaires ou aérifères est indépendante de la composition de celui qui est dissous dans l'eau, et qui, par endosmose, aurait pu pénétrer directement dans les racines. Deux expériences de M. Moitessier sont dans le même sens que celles de Dutrochet ; à ma prière, il voulut bien analyser l'air contenu dans les pétioles des feuilles du *Pontederia crassipes* Mart. et celui des feuilles de l'*Aldrovandia vesiculosa* L., retrouvé en abondance par M. le docteur Duval dans les caisses d'emprunt du chemin de fer, à la station de Raphèle près Arles. L'air des pétioles du *Pontederia* contenait 14,1 pour 100 d'oxygène ; celui de l'*Aldrovandia*, 15,5 : proportion un peu plus forte que celle qui se trouve dans les racines aérifères des deux espèces de *Jussiaea*, où elle est, en moyenne, de 13,0.

Résumé.

1° Un certain nombre d'espèces aquatiques du genre *Jussiaea*, telles que *J. repens*, *J. grandiflora*, *J. natans* et *J. helminthorrhiza*, sont pourvues de racines spongieuses aérifères simples, cylindriques ou coniques, blanchâtres ou rosées.

2° Ces organes remplissent les fonctions de vessies natatoires.

3° Ils se rattachent par les transitions les plus ménagées aux racines rameuses ordinaires.

4° Leur structure anatomique est la même ; le faisceau vasculaire central n'est pas changé, seulement le tissu cellulaire est devenu lacunaire, rempli d'air et formé d'aréoles prismatiques ; l'épiderme est détruit, la racine est courte, tuméfiée, et ses ramifications avortent le plus souvent.

5° En moyenne, par quatorze analyses, la composition de cet air est de :

Azote.	87,0
Oxygène	13,0
	<hr/>
	100,0

6° Cette composition est indépendante de celle de l'air dissous dans l'eau, au fond de laquelle les plantes sont plongées.

(1) *Mémoires pour servir à l'histoire anatomique et physiologique des végétaux*, t. II, p. 340. 1837.